调频同步广播网技术的探讨和应用

程彬彬
（黄山市广播电视台，安徽 黄山 245000）

摘 要：本文主要从调频同步广播网的系统原理、系统设计、系统设备构成、覆盖设计及效果分析、相干区的分析与调整等几方面介绍了调频同步广播网技术在黄山市广播电视台应用的探讨和分析。

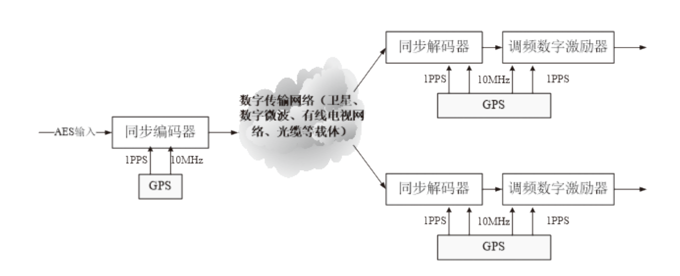
关键词：调频同步广播 ；平台架构；节目传输；解码；远程监测；5G　**中图分类号**：TN934.2　**文献标识码**：A
文章编号：1671-0134（2021）01-122-03　**DOI**：10.19483/j.cnki.11-4653/n.2021.01.038
本文著录格式：程彬彬 . 调频同步广播网技术的探讨和应用 [J]. 中国传媒科技，2021（01）：122-124.

随着国家经济建设的飞速发展，城市规模的扩大，车载用户不断增多，原来黄山市广播电视台广播频率主要服务城市的覆盖模式已经远不能适应实际需要，亟须扩大调频广播的覆盖面，尽可能做到全市区域的调频覆盖，但由于黄山市地处皖南山区，地形复杂，发射塔的位置、高度有限，导致多年来广播频率的覆盖效果不佳，目前只能覆盖到主城区及周边的乡镇，远一些的区县还是有许多地区存在广播覆盖不佳或者盲点的情况。为了能改变这种状况，广播电视台技术人员经过实地调研分析，并和有关专家、厂家进行过沟通，认为在山区电台中可以尝试应用调频同步广播网技术。

调频同步网主要有以下一些优点：（1）采用先进的数字技术和网络技术，整体技术水平领先于普通调频网。（2）普通调频网比调频同步网占用较多的频率资源，新增站点时，还需申请新的频点；而调频同步网全网使用同一频率，新增站点时不需要占用新的频率资源。（3）普通调频网的覆盖效果主要依靠单站覆盖能力，站与站之间在同一频率下不能相互支援，这会降低整个网络的覆盖效率。而调频同步网覆盖范围广，站与站之间在同一频率下可以相互支援，整个网络的覆盖效率高。（4）普通调频网不支持跨区连续收听节目；而调频同步网支持跨区连续收听节目，特别适用于长距离移动收听同一节目。（5）通过网络远程监控系统，实现对各个发射机的自动管理，自动化程度高，网络可靠性高。（6）为系统运营奠定坚实的基础，在保证社会效益的同时，创造经济效益。

1. 调频同步广播网的系统原理

调频同步广播网采用数字和网络相结合的技术，以我国现行调频同步广播的行业技术标准《GY/T154-2000 调频同步广播系统技术规范》为准，使整个系统达到“三同”（既同频、同相、同调制度）、“一保”（既保证最低的接收场强），彻底解决广播发射相干区内的干扰问题，做到全系统无缝隙同步覆盖，它的系统原理图如下：



调频同步广播网中各发射台的调频同步发射机使用同频率、同时间发送同一套节目，由于各个发射台传输链路不同，即使全部采用同一种物理链路也存在传输路由参数变化、时延抖动等问题，很难保证恒定的传输时延，所以时间同步是一个技术关键。数字基带同步技术是目前通用的一种单频网同步技术，它已经成功地应用在 DVB-T、DAB、国标地面数字电视 DTMB 和 CMMB 等单频网应用工程中。调频同步广播网可以采用这种同步技术，它使用 GPS 标频发生器输出的 1PPS、10MHZ 时钟和标频信号作为同步编解码器的基准信号使用，解决传输中的自动延时调整问题，相位同步精度小于 1 微秒，满足同步广播的要求。同时，采用数字调频技术，使各发射台发出的调频信号各项指标完全一致（同步），精准实现整个调频网络的物理同步。

调频同步广播网的核心设备是同步编码器、同步解码器和数字同步激励器（带导频同步），它的同步技术主要由这三种设备共同完成。同步编码器安装在信号前端系统中，从音频分配器输出数字立体声音频信号到同步编码器中，同步编码器对信号进行编码压缩、复用，以复用码流的形式传输音频信号。码流中插入同步时间标识，为同步解码器提供时间同步基准。同步编码器通过 E1 或 ASI 接口输出信号到数字传输网络（如有线电视网络、光缆等），并由传输网络将信号分发到各发射台。安装在各发射台的同步解码器与同步编码器配合使用。同步解码器的主要功能是从传输网络上接收节目传输码流，并进行信号的解复用，根据收到的同步时间标识测量系统时延，并对各路音频进行自动延时补偿，保证各

发射台的“时间同步”，最后将数字音频信号输送给数字同步激励器。数字同步激励器的性能直接关系到载波和调制度的稳定度，是实现高质量同步广播的关键，它不但要具有目前国际上通用的数字激励器的全部功能，而且还需增加“同步信令”功能，从而使系统可以实现同步自动调整。采用高品质的数字同步激励器后，网络中各发射站发出的调频信号可以实现以下“五同”，即：同频：各发射机载波同频，锁定 GPS 频标；同相：各发射台站音频传输时延差相同；同导频：各发射机 19KHz 导频严格同频、同相；同调制度：各发射机调制度相同；同预加重：各发射机予加重曲线严格一致。

2. 调频同步广播网的系统设计

系统采用数字基带同步原理，标准化设计，需全面遵循调频同步行业标准《调频同步广播系统技术规范》GY/T 154 — 2000。所设计的系统应易于集成、通用性强、可扩展性强、生命周期长。整个系统是一个“网络化”工程，由四部分组成：（1）同步网前端系统（主要实现广播节目信号的同步编码、分配和传输以及各发射站点设备的集中监控。主要设备由音频同步编码器、GPS 接收天线、GPS 标准频率发生器、数字音频分配器、复用器等组成）；（2）解码及调频同步发射单元（主要实现广播节目信号的同步解码及调频同步信号的无线发射。主要设备由同步解码器、GPS 接收天线、GPS 标准频率发生器、数字同步激励器、复用器、分配器、调频发射机、天馈线系统等组成）；（3）远程监控管理中心（主要实现各发射站点发射系统及工作环境的监控和管理。远程监控信号需要双向传输，可以利用节目分配传输网络的双向传输链路，也可以利用移动通信 4G 或 5G 网络提供的数据服务功能完成监控数据的双向传输。）；（4）节目传输网络（主要实现将广播节目信号传输分发到同频网的各发射站点，同时完成监控信息的双向通信。传输网络接口需要数字接口，接口形式为 ASI 或 E1。传输网络的拓扑结构可以采用点对点链路，也可以利用现有的数字有线电视网络、SDH 网络以及它们的组合。调频广播同步网的同步码流传输要求传输链路可靠、稳定、抖动小。否则，由于传输链路的不可靠，将会导致系统失去同步，造成网络紊乱，对广播节目的安全播出造成影响，所以传输网络是调频同步网系统中的重要一环。）[1]

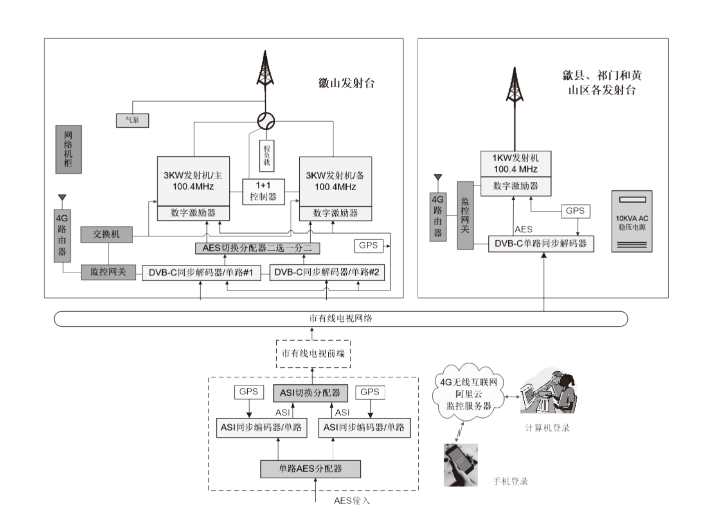
3. 调频同步广播网的系统设备构成

3.1 前端

前端同步编码器采用 1+1 热备份结构，具有自动 / 手动切换功能。

同步编码器输入信号采用数字音频接口，输入信号形式为 AES。一台同步编码器可以对 1 套节目的数字音频信号完成同步编码。

节目信号可以取自前端音频信号处理器，通过 AES 码流分配器，将同源的节目码流分别输入主 / 备同步编码器。



调频同步广播网的系统设备构成图

如果音频信号源只能提供 L/R 模拟音频信号，则需要添加一台 AES 编码器。

GPS 标准频率发生器为同步编码器提供精准的时钟参考信号，两台 GPS 发生器组成 1+1 备份结构。

同步编码器采用 ASI 形式输出，可以利用现有的市有线电视网络将同步音频码流传送到各个发射台。

前端音频同步编码输出的是 1 套节目的 TS 码流，码率在 64–1024kbps 之间可调，可以与有线电视节目码流复用。这样，可以充分利用现有的有线电视传输设备和有线电视网络资源，将广播节目内容传送到各个发射台站。

3.2 节目传输

同步编码器采用 ASI 形式输出，可以充分利用现有的有线电视传输体制、传输设备和有线网络资源。ASI 同步音频码流可以很方便地接入当地有线电视网络，通过复用器可以与当前的电视节目复用后同缆传输，即节约了网络投资，也提高了现有网络的利用率。

一旦节目码流进入有线电视网络，节目信号将可以在黄山市有线电视网络的所有节点和接口上拾取。这有利于调频同步网的扩容和未来新站点的建设。

如果各县局有线电视机房至县发射台尚没有现成的有线电视传输链路。可以通过县局现有的微波或光缆将同步音频码流中继传送到发射台或新建一条新的短程微波链路，完成最后一公里的节目传输。

3.3 后端（解码及调频同步发射部分）

后端主要由同步解码器、GPS 标准频率发生器、GPS 天线、数字同步激励器、调频发射机及天馈系统组成。

同步数字音频信号通过有线电视网络，以 DVB–C/QAM 载波的形式传送到发射机房，并进入同步解码器。同步解码器从 QAM 载波中解调出复用 TS 码流，并将解调后的 TS 复用码流解复用，从中还原出原始的音频 AES 节目码流。还原后的 AES 节目码流进入不同发射机的数

字同步激励器。

同步解码器以 GPS 发生器提供的时钟信号为参考与前端的同步编码器协调工作，实现调频广播的时间比特同步。

数字同步激励器以 GPS 发生器提供的时钟信号为参考，保证各发射机的频率统一，相位统一。同时数字激励器还保证各发射机的调制度一致和预加重曲线一致。

3.4 远程监测管理系统

调频同步发射系统的设备监测与普通调频发射机监测不同，除对发射机远程监测外，还必须包括对系统同步设备的监测。对于同步网中的发射机，“非同步状态下播出”会在相干重叠区产生严重的同频干扰，所以须建立一个完善的远程监测管理系统。远程监测管理系统可对同步网的各发射站点设备及其工作环境进行监测，便于技术值班人员实时观察到各设备的工作状态，发现问题可以及时处理，提高了系统的可靠性和可用度，对调频同步广播网的安全播出很有必要。它具有以下功能：1、发射机远程监测，监测发射机运行状态参数和报警信息。2、同步设备远程监测，监测 GPS 参考源、同步解码器等设备的运行参数和报警信息。各站点受控设备通过本地远程接口将设备运行状态参数和告警信息通过 4G 无线互联网发送到设在公有云的监控服务器上。同时，值班人员可用计算机登录访问公有云，从监控服务器上及时了解各台站所有设备的运行状态和告警信息。监控服务器自动记录各发射台站设备的工作状态和告警信息，接收授权数字终端（计算机、手机，平板电脑等）的访问，并具有数据的查阅、整理和打印功能。

4. 覆盖设计及效果预计

黄山市地处山区，做到整个区域调频无缝同频覆盖，投入较大，为此，我们可以实施分步走战略，第一步首先保证全市所有城区、乡镇、高速公路、景点等无缝同频覆盖，以后再根据资金及需求，逐步补点。为此，经过前期勘察调研，可以以黄山市广播电视台徽山主发射台为中心，利用歙县、祁门、黄山区台的现有无线发射台组成调频同步广播网，基本可以实现黄山市广播电视台广播节目的全市有效覆盖。

除黄山市发射台与歙县发射台相距较近外（18km），祁门和黄山区发射台与其他台站距离都在 50 公里以上，且它们之间还有高山阻挡。黄山市发射台和歙县发射台发出的电波可以出现强信号覆盖重叠，通过同步控制技术调整相干区的覆盖，在黄山市和歙县实现调频同步覆盖。祁门县发射台远离其他站点，无法实现强信号的重叠覆盖。但是，在祁门县面向黄山市的方向上是一条直线山谷，这有利于电磁波的传播。可以将祁门发射天线的最大辐射方向指向这个方向，将祁门的覆盖在这个方向上尽量延长。黄山区发射台除远离其他台站外，播出的信号还受到周边高山的阻挡，已经无法与其他台站发出的广播信号组成同步网，覆盖区域以本地覆盖为主。天线最大辐射方向指向合铜黄（G3）高速公路的皇帝源隧道方向。使来到黄山区的车辆一出隧道就能收听到广播节目。

5. 相干区分析与调整

相干区一般发生在相邻发射站电波等场强重叠的地方。黄山市发射台发出的电波与歙县发射台发出的电波，两者等场强相遇的地方最大可能出现在王安镇和岩寺镇之间，这也是最有可能出现相干区的地方。 黄山市发射台的天线最大辐射方向应该指向休宁方向，尽量满足休宁城区的覆盖，同时还能使电磁波向祁门方向延伸。在黄山市发射台满功率发射的前提下，合理调整歙县的天线指向或适当减少歙县发射机的输出功率，使歙县发射机发出的电波与黄山发射机发出的电波进行合理的部分重叠。同时，通过调整激励器的独立时延参数，使不同发射机的电波能同时到达相干区的中间地带。调整好的同步调频覆盖，可使车辆在黄山市和歙县之间的交通道路上，正常连续收听同一个广播节目。

通过以上分析，在黄山市采用调频同步广播网技术可以高效地利用频谱资源，进一步扩大广播服务覆盖范围和改善用户接收效果，使广播服务具有更广阔的市场，可以取得良好的社会效益和经济效益。媒

参考文献

[1] 魏方园 . 调频同步广播技术的最新发展及应用 [J]. 卫星电视与宽带多媒体， 2020，（07）：60-61.

作者简介：程彬彬（1982-），男，安徽宣城，本科，工程师职称，现就职于黄山市广播电视台，研究方向：广播电视技术。

（责任编辑：胡杨）